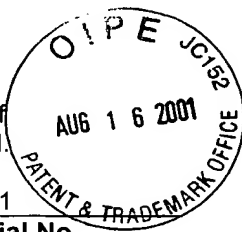


#4  
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re PATENT APPLICATION of  
Inventor(s): HOTTINEN et al.



Appln. No.: 09 | 879,831  
Series Code ↑ | ↑ Serial No.

Group Art Unit: 3662

Filed: June 13, 2001

Examiner: Not Yet Assigned

Title: METHOD AND RADIO SYSTEM FOR DIGITAL SIGNAL  
TRANSMISSION

Atty. Dkt. P 280346 | T298101US/PYK/kp  
M# Client Ref

Date: August 16, 2001

**SUBMISSION OF PRIORITY  
DOCUMENT IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF RULE 55**

Hon. Asst Commissioner of Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Please accept the enclosed certified copy(ies) of the respective foreign application(s) listed below for which benefit under 35 U.S.C. 119/365 has been previously claimed in the subject application and if not is hereby claimed.

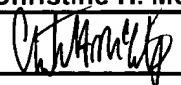
<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
982715	FINLAND	December 15, 1998

Respectfully submitted,

Pillsbury Winthrop LLP  
Intellectual Property Group

1600 Tysons Boulevard

McLean, VA 22102  
Tel: (703) 905-2000  
Atty/Sec: CHM/JRH

By Atty: Christine H. McCarthy Reg. No. 41844  
Sig:  Fax: (703) 905-2500  
Tel: (703) 905-2143

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 25.6.2001



ETUOIKEUSTODISTUS  
PRIORITY DOCUMENT

Hakija  
Applicant

Nokia Telecommunications Oy  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

982715

Tekemispäivä  
Filing date

15.12.1998

Kansainvälinen luokka  
International class

H04B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä ja radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtoon"

Hakijan nimi on hakemusdiaariin 10.12.1999 tehdyn nimenmuutoksen jälkeen **Nokia Networks Oy**.

The application has according to an entry made in the register of patent applications on 10.12.1999 with the name changed into **Nokia Networks Oy**.

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

Marketta Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 300,- mk  
Fee 300,- FIM

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

## Menetelmä ja radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtoon

### Keksinnön ala

Keksinnön kohteena on menetelmä ja radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi radiojärjestelmässä, erityisesti matkaviestinjärjestelmässä. Tarkemmin määriteltynä keksintö liittyy lähetyksdiversiteetin käyttöön.

### Keksinnön tausta

Matkaviestinjärjestelmissä signaalin häipymä radiotiellä häiritsee luotettavaa lähetystä. Ongelma pahenee uusien järjestelmien myötä, joissa puheen lisäksi siirretään verrattain suuria tiedonsiirtonopeuksia ja erittäin hyviä bittivirhesuhteita vaativia uusia palveluita, esimerkiksi datansiirtoa.

Ongelman eräs ratkaisu on lähetyksdiversiteetin käyttö. Tällä tarkoitetaan sitä, että tukiasema lähettää saman signaalin tilaajapäätelaitteelle kahta tai useampaa eri antennia käyttäen. Tällöin eri kanavien läpi monitie-edenneet signaalikomponentit eivät todennäköisesti tule samanaikaisen häipymän häiritsemiksi.

Selektiivisessä lähetyksdiversiteetissä (STD, Selective Transmit Diversity) tukiasema lähettää ainakin kahta eri antennikandidaattia käyttäen signaalin tilaajapäätelaitteelle. Tilajapäätelaitte mittaa kutakin antennikandidaattia käyttäen lähetetyn signaalin laadun ja valitsee niistä parhaimman laadun tarjoavan antennin. Tilajapäätelaitte signaloi valitsemansa antennin tunnistetiedot tukiasemalle, ja matkapuhelinjärjestelmän verkko-osa ohjaa sitten lähetykset tilajapäätelaitteelle tapahtumaan valittua antennia käyttäen. Kyseinen signaloitimenetelmä muodostaa suljetun silmukan säädön. Ongelmana tässä menetelmässä on se, että tilajapäätelaitteen on luotettavasti kyettävä signaloimaan valitsemansa antennin tunnistetiedot verkko-osalle. STD:tä kuvataan tähän viitteeksi otettavassa julkaisussa Ari Hottinen, Risto Wichman: Transmit Diversity by Antenna Selection in CDMA Downlink. IEEE Fifth International Symposium on Spread Spectrum Techniques & Applications. IEEE ISSSTA '98 Proceedings. September 2-4, 1998, Sun City, South Africa.

Toinen tapa toteuttaa lähetyksdiversiteettiä on käyttää Space-Time-lähetyksdiversiteettiä (STTD, Space-Time Transmit Diversity). STTD:n toimintaperiaate poikkeaa STD:stä siten, että STTD:ssä lähetetään jatkuvasti ainakin kahta eri antennia käyttäen signaali tilajapäätelaitteelle. Eri antennien kautta lähetettävä signaali on erilainen. Erilaisuuden toteuttamiseen on kaksi eri tapaa: Space-Time trelliskoodit ja Space-Time lohkokoodit.

Space-Time trelliskoodeja on kuvattu julkaisussa WO 97/41670, joka otetaan tähän viitteeksi. Niillä aikaansaadaan sekä koodaus- että diversiteettivahvistusta (gain). Ne muodostetaan käyttäen trelliskaaviota, jossa kuttakin mahdollista tilaa ja siitä muihin tiloihin lähteviä haaroja kuvataan kahdella symbolilla. Tiedettäessä trelliksen alkutila voidaan koodattavat bitit ilmoittaa trelliskaaviossa eri tasojen välillä suoritettavia siirtymisiä ilmoittavilla symboleilla. Saadut symbolit jaetaan sitten lähetettäväksi eri antennien kautta.

Space-Time lohkokooodeissa koodattavat bitit jaetaan esimerkiksi kahden bitin mittaisiin jaksoihin, joista muodostetaan lähetettävät symbolit siten, että ensimmäisen antennin kautta lähetettävä symboli muodostuu ensimmäisestä bitistä ja toisen bitin kompleksikonjugaatista, ja toisen antennin kautta lähetettävä symboli muodostuu toisesta bitistä ja ensimmäisen bitin kompleksikonjugaatista. Space-Time lohkokoodien muodostamista on kuvattu tähän viitteeksi otettavassa julkaisussa A.R. Calderbank, Hamid Jafakhani, Ayman Naguib, Nambi Seshadri, ja Vahid Tarokh: Space-Time Coding for High Data Rate Wireless Communications. Fifth Workshop on Smart Antennas in Wireless Mobile Communications. July 23-24, 1998. Stanford University.

STTD:ssä lähetysantennien lähetysteho on vakio tai sitten sitä voidaan säätää suljetun silmukan säädöllä: tilaajapäätelaite suorittaa vastaanottamiensa signaalien laadun mittausta, ja sen perusteella verkko-osa säätää antennien kautta lähettämänsä signaalin absoluuttista lähetystehoa siten, että lähetystehojen suhde on aina sama kunkin lähetysdiversiteettiä käyttävän lähetysantennireitin kesken. Ratkaisu voi kuitenkin aiheuttaa tarpeettoman paljon häiriötä matkapuhelinjärjestelmän muille käyttäjille. Myös tässä menetelmässä ongelmana on signaaloinnin luotettavuus, eli tilaajapäätelaitteen on luotettavasti kyettävä signaloimaan verkko-osalle tehonsäätötieto.

### Keksinnön lyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten kehittää menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto siten, että yllä mainitut ongelmat saadaan ratkaistua. Tämä saavutetaan seuraavaksi esitettävällä menetelmällä. Kyseessä on menetelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi lähettimestä vastaanottimelle radiojärjestelmässä, käsittäen: lähetin lähettää ainakin osan signaalista ainakin kahden eri lähetysantennireitin kautta; vastaanotin vastaanottaa signaalin. Lähettimessä painotetaan eri lähetysantennireittien kautta lähetettävien signaalien lähetystehoa suhteessa keskenään käyttäen muutettavissa olevia kullekin lähetysantennireitille määritettyjä painokertoimia.

Keksinnön kohteena on myös radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi, käsittäen: lähettimen lähettää signaali; ainakin kaksi lähettimeen kytkettävissä olevaa lähetysantennireittiä; vastaanottimen vastaanottaa signaali. Lähetin käsittää: muutosvälineet muuttaa kullekin lähetysantennireitille  
 5 määritettyjä painokertoimia suhteessa keskenään, ja painotusvälineet painottaa eri lähetysantennireittien kautta lähetettävien signaalien lähetystehoa käyttäen suhteessa keskenään muutettavissa olevia painokertoimia.

Keksinnön edulliset suoritusmuodot ovat epäitsenäisten patenttivaatimusten kohteena.

10 Keksintö perustuu siihen, että lähetystehon säätöä kehitetään edelleen siten, että säädön kohteeksi tulee kukin lähetysdiversiteetissä käytettävä lähetysantennireitti erikseen, kuitenkin siten, että lähetysantennireittien tehoja säädetään suhteessa keskenään. Säättöä ei siis toteuteta samansuuruisena yhteisesti kaikille lähetysantennireiteille, muttei myöskään yksitellen toisistaan riippumattomasti kullekin lähetysantennireitille erikseen.  
 15

Keksinnön mukaisella menetelmällä ja järjestelmällä saavutetaan useita etuja. Suljetun silmukan säädössä tapahtuvat virheet, esimerkiksi tilaajapäätelaitteelta tukiasemalla tapahtuvassa signaloinnissa, eivät huononna ratkaisevasti järjestelmän suorituskykyä. Perinteisessä tekniikassa vastaanotin  
 20 seuraa orjallisesti suljetun silmukan antennivalintakomentoja, mikä virheellisten komentojen johdosta aiheuttaa satunnaisen lähetysantennivaihdon. Tämä heikentää signaalin laatua.

### Kuvioiden lyhyt selostus

25 Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

Kuviot 1A ja 1B esittävät esimerkkiä keksinnön mukaisesta järjestelmästä;

30 Kuvio 2A esittää keksinnön mukaisten lähettimen ja vastaanottimen toimintaa;

Kuvio 2B esittää lähettimessä suoritettavaa hajotusta ja modulointia;

Kuvio 3A on vuokaavio esittäen keksinnön mukaista perusmenetelmää;

35 Kuvio 3B on vuokaavio esittäen keksinnön mukaisen menetelmän edullisia suoritusmuotoja;

Kuvio 4 esittää matkapuhelinjärjestelmän kanavia sijoitettuina kehukseen;

Kuvio 5 esittää keksinnön erästä edullista toteutusmuotoa;

Kuvio 6 esittää keksinnön erästä toista edullista toteutusmuotoa.

## 5 Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Keksintöä voidaan käyttää radiojärjestelmissä, joissa on mahdollista lähettää ainakin osa signaalista käyttäen ainakin kahta lähetysantennireittiä. Siirtokanava voi olla muodostettu esimerkiksi käyttäen aikajakoista, taajuusjakoista, tai koodijakoista monikäyttömenetelmää. Myös eri monikäyttömenetelmien yhdistelmiä käyttävät järjestelmät ovat keksinnön mukaisia järjestelmiä. Esimerkeissä kuvataan keksinnön käyttöä suorasekvenssitekniikalla toteutettua laajakaistaista koodijakoista monikäyttömenetelmää käyttävässä universaalissa matkapuhelinjärjestelmässä, keksintöä siihen kuitenkaan rajoittamatta.

Viitaten kuvioihin 1A ja 1B selostetaan universaalin matkapuhelinjärjestelmän rakenne. Kuvio 1B sisältää vain keksinnön selittämisen kannalta oleelliset lohkot, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tavanomaiseen matkapuhelinjärjestelmään sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen. Matkapuhelinjärjestelmän pääosat ovat ydinverkko (core network) CN, universaalin matkapuhelinjärjestelmän maanpäällinen radioliittymäverkko (UMTS terrestrial radio access network) UTRAN ja tilaajapääte (user equipment) UE. CN:n ja UTRAN:in välinen rajapinta on nimeltään Iu, ja UTRAN:in ja UE:n välinen ilmarajapinta on nimeltään Uu.

UTRAN muodostuu radioverkkoalijärjestelmistä (radio network subsystem) RNS. RNS:ien välinen rajapinta on nimeltään Iur. RNS muodostuu radioverkkokontrollerista (radio network controller) RNC ja yhdestä tai useammasta B-solmusta (node B) B. RNC:n ja B:n välinen rajapinta on nimeltään Iub. B-solmun kuuluvuusaluetta eli solua merkitään kuviossa 1B C:llä.

Kuviossa 1A esitetty kuvaus on hyvin abstrakti, joten sitä selvennetään kuviossa 1B esittämällä mikä GSM-järjestelmän osa suunnilleen vastaa mitään UMTS:in osaa. On huomattava, että esitetty mappaus ei ole mitenkään sitova, vaan suuntaa antava, sillä UMTS:in eri osien vastuut ja toiminnot ovat vielä suunnittelun alla.

Kuviossa 1B esitetään pakettisiirron suorittaminen Internetin välityksellä matkapuhelinjärjestelmään liittyvästä tietokoneesta 100 tilaaja-

päätelaitteeseen UE liitettyyn kannettavaan tietokoneeseen 122. Tilaajapäätelaite UE voi olla esimerkiksi kiinteästi sijoitettu, ajoneuvoon sijoitettu tai kannettava mukana pidettävä päätelaite. Radioverkon infrastruktuuri UTRAN muodostuu radioverkkoalijärjestelmistä RNS eli tukiasemajärjestelmistä. Radioverkkoalijärjestelmä RNS muodostuu radioverkkokontrollerista RNC eli tukiasemaohjaimesta ja sen ohjauksessa olevasta ainakin yhdestä B-solmusta B eli tukiasemasta.

Tukiasemassa B on multiplekseri 114, lähetinvastaanottimia 116, ja ohjausyksikkö 118, joka ohjaa lähetinvastaanottimien 116 ja multiplekserin 114 toimintaa. Multiplekserillä 114 sijoitetaan useiden lähetinvastaanottimen 116 käyttämät liikenne- ja ohjauskanavat siirtoyhteydelle lub.

Tukiaseman B lähetinvastaanottimista 116 on yhteys antenniyksikköön 120, jolla toteutetaan kaksisuuntainen radioyhteys Uu tilaajapäätelaitteeseen UE. Kaksisuuntaisessa radioyhteydessä Uu siirrettävien kehysten rakenne on tarkasti määritelty.

Tukiasemaohjain RNC käsittää ryhmäkytkentäkentän 110 ja ohjausyksikön 112. Ryhmäkytkentäkenttää 110 käytetään puheen ja datan kytkentään sekä yhdistämään signalointipiirejä. Tukiaseman B ja tukiasemaohjaimen RNC muodostamaan tukiasemajärjestelmään kuuluu lisäksi transkooderi 108. Tukiasemaohjaimen RNC ja tukiaseman B välinen työnjako ja fyysinen rakenne voivat vaihdella toteutuksesta riippuen. Tyypillisesti tukiasema B huolehtii edellä kuvatulla tavalla radiotien toteutuksesta. Tukiasemaohjain RNC hallinnoi tyypillisesti seuraavia asioita: radioresurssien hallinta, solujen välisen kanavanvaihdon kontrolli, tehonsäätö, ajastus ja synkronointi, tilaajapäätelaitteen kutsuminen (paging).

Transkooderi 108 sijaitsee yleensä mahdollisimman lähellä matkapuhelinkeskusta 106, koska puhe voidaan tällöin siirtokapasiteettia säästäten siirtää matkapuhelinjärjestelmän muodossa transkooderin 108 ja tukiasemaohjaimen RNC välillä. Transkooderi 108 muuntaa yleisen puhelinverkon ja radiopuhelinverkon välillä käytettävät erilaiset puheen digitaaliset koodausmuodot toisilleen sopiviksi, esimerkiksi kiinteän verkon 64 kbit/s muodosta solukkoraadioverkon johonkin muuhun (esimerkiksi 13 kbit/s) muotoon ja päinvastoin. Tässä ei tarkemmin kuvata vaadittavia laitteistoja, mutta voidaan kuitenkin todeta, ettei muulle datalle kuin puheelle suoriteta muunnosta transkooderissa 122. Ohjausyksikkö 112 suorittaa puhelunohjausta, liikkuvuuden hallintaa, tilastotietojen keräystä ja signalointia.

Ydinverkko CN muodostuu UTRAN:in ulkopuolisesta matkapuhelinjärjestelmään kuuluvasta infrastruktuurista. Kuviossa 1B kuvataan ydinverkon CN laitteista matkapuhelinkeskus 106 ja porttimatkapuhelinkeskus 104, joka hoitaa matkapuhelinjärjestelmän yhteydet ulkopuoliseen maailmaan, tässä Internetiin 102.

Kuviossa 2B kuvataan tarkemmin kanavan levittämistä hajotuskoodilla ja sen modulointia. Kuvassa vasemmalta tulee kanavan bittivirta lohkoon S/P, jossa suoritetaan kullekin kahden bitin jaksolle muunnos sarjamuodosta rinnakkaismuotoon, eli toinen bitti vieään signaalin I-haaraan ja toinen signaalin Q-haaraan. Sitten signaalin I- ja Q-haarat kerrotaan samalla hajotuskoodilla  $c_{ch}$ , jolloin suhteellisen kapeakaistainen informaatio leviää laajalle taajuuskaistalle. Kullekin yhteydelle  $U_u$  on oma hajotuskoodinsa, jolla vastaanotin tunnistaa itselleen tarkoitetut lähetykset. Sitten signaali sekoitetaan kertomalla se sekoituskoodilla  $c_{scramb}$ , joka on eri kullekin tilaajapäätelaitteelle ja kullekin tukiasemalle. Saadun signaalin pulssimuotoa suodatetaan suodattimella  $p(t)$ . Lopuksi signaali moduloidaan radiotaajuiselle kanta-aallolle kertomalla sen eri haarat kanta-aallolla. Eri haarojen välisten kanta-aaltojen välillä on 90 asteen vaihesiirtymä (phase shift). Eri haarat yhdistetään yhdeksi kanta-aalloksi, joka on valmis lähetettäväksi radiotielle  $U_u$ , mahdollisia suodatuksia ja tehonvahvistuksia lukuunottamatta. Kuvattu modulointitapa on QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

Tyypillisesti keskenään ortogonaalisia hajotuskoodoja voi maksimissaan olla käytössä samanaikaisesti kaksisataaviisikymmentäkuusi erilaista. Esimerkiksi UMTS:issa käytettäessä 4.096 megachipin kanta-aaltoa hajotustekijä 256 vastaa kolmenkymmenen kahden kilobitin siirtonopeutta sekunnissa, vastaavasti suurin käytännöllinen siirtonopeus saavutetaan hajotustekijällä neljä, jolloin tiedonsiirtonopeus on kaksituhattaneljäkymmentäkahdeksan kilobittiä sekunnissa. Siirtonopeus kanavassa siis vaihtelee portaattain 32, 64, 128, 256, 512, 1024, ja 2048 kbit/s, hajotustekijän vaihtuessa vastaavasti 256, 128, 64, 32, 16, 8, ja 4. Käyttäjän käyttöönsä saama tiedonsiirtonopeus riippuu käytetystä kanavakoodauksesta. Esimerkiksi käytettäessä 1/3-konvoluutiokoodausta käyttäjän tiedonsiirtonopeus on noin yksi kolmasosa kanavan tiedonsiirtonopeudesta. Hajotustekijä voi ilmoittaa hajotuskoodin pituuden. Esimerkiksi hajotustekijää yksi vastaava hajotuskoodi on (1). Hajotustekijällä kaksi on kaksi keskenään ortogonaalista hajotuskoodia (1,1) ja (1,-1). Edelleen hajotustekijällä neljä on neljä keskenään ortogonaalista hajotuskoodia: ylemmän



tason hajotuskoodin (1,1) alla ovat hajotuskoodit (1,1,1,1) ja (1,1,-1,-1), ja ylemmän tason toisen hajotuskoodin (1,-1) alla ovat hajotuskoodit (1,-1,1,-1) ja (1,-1, -1, 1). Tietyn tason hajotuskoodit ovat yleensä keskenään ortogonaalisia, esimerkiksi käytettäessä Walsh-Hadamard koodisettiä.

- 5 Kuvioon 4 viitaten selostetaan esimerkki siitä, minkälaista kehysrakennetta fyysisessä kanavassa voidaan käyttää. Kehykset 440A, 440B, 440C, 440D numeroidaan juoksevasti yhdestä seitsemäänkymmeneenkahteen, ja ne muodostavat 720 millisekunnin pituisen superkehyn. Yhden kehyksen 440C pituus on 10 millisekuntia. Kehys 440C jaetaan kuuteentoista väliin  
10 430A, 430B, 330C, 330D. Yhden välin 330C pituus on 0.625 millisekuntia. Yksi väli 430C vastaa tyypillisesti yhtä tehonsäätöperiodia, jonka aikana tehoa säädetään esimerkiksi yksi desibeli ylös- tai alaspäin.

- Fyysiset kanavat jaetaan eri tyyppeihin, käsittäen yleiset fyysiset kanavat (common) ja dedikoidut fyysiset kanavat (dedicated). Dedikoidut fyysiset kanavat muodostuvat dedikoiduista fyysisistä datakanavista (dedicated  
15 physical data channel, DPDCH) 410 ja dedikoiduista fyysisistä kontrollikanavista (dedicated physical control channel, DPCCH) 412. DPDCH:ia 410 käytetään kuljettamaan dataa 406, joka on generoitu OSI:n (Open Systems Interconnection) kakkoskerroksessa ja sen yläpuolella, eli dedikoituja kontrollikanavia ja dedikoituja liikennekanavia. DPCCH:t 412 kuljettavat OSI:n ykköskerroksessa generoitua kontrolli-informaatiota. Kontrolli-informaatio käsittää: kanavaestimoinnissa apuna käytettävät pilottibitit (pilot bits) 400, lähetystehon  
20 säätökomennot (transmit power-control commands, TPC) 402, ja optionaalisesti kuljetusformaatin indikaattori (transport format indicator, TFI) 404. Kuljetusformaatin indikaattori 404 kertoo vastaanottimelle sen hetkisen käytössä olevan siirtonopeuden kullekin nousevan siirtotien DPDCH:lle.

- Kuten kuviosta 4 nähdään laskevalla siirtotiellä DPDCH:t 410 ja DPCCH:t 412 aikamultipleksataan samaan väliin 430C. Nousevalla siirtotiellä  
30 sitävastoin kyseiset kanavat lähetetään rinnakkaisesti (parallel) siten, että ne ovat IQ/koodimultipleksattu (I=in-phase, Q=quadrature) kuhunkin kehykseen 440C ja lähetetään käyttäen kaksoiskanava QPSK-modulaatiota (dual-channel quadrature phase-shift keying modulation). Haluttaessa lähettää lisäksi DPDCH:ia 410 ne koodimultipleksataan ensimmäisen kanavaparin joko I- tai Q-haaraan.

- 35 Kuviossa 2A kuvataan keksinnön mukainen lähetysdiversiteettiä käyttävä lähetin 200, ja vastaanotin 220. Kuvio 2 kuvaa laskevan siirtosuun-

nan (down-link) tapausta, jolloin lähetin sijaitsee radioverkkoalijärjestelmässä RNS ja vastaanotin tilaajapäätelaitteessa UE.

Kuviossa 2A kuvataan radiolähettimestä 200 vain sen oleelliset toiminnot. Erilaisia fyysiseen kanavaan sijoitettavia palveluita ovat esimerkiksi puhe, data, liikkuva tai pysäytetty videokuva, ja järjestelmän ohjauskanavat, joita käsitellään radiolähettimen ohjausosassa 208. Kuviossa kuvataan vain datan käsittely. Eri palvelut edellyttävät erilaisia lähdekoodausvälineitä, esimerkiksi puhe edellyttää puhekoodekkia. Lähdekoodausvälineitä ei ole selvyyden vuoksi kuitenkaan kuvattu kuviossa 2A.

Tietokoneesta 100 tulevat paketit tulevat kuviossa 1B kuvatulla tavalla radioverkkoalijärjestelmään RNS, jossa suoritetaan kanavakoodaus kanavakooderissa 202. Kanavakoodaukseen käytetään tyypillisesti konvoluutiokoodausta ja sen erilaisia muunnelmia, esimerkiksi turbokoodausta. Kanavakoodausta ovat myös erilaiset lohkokoodit (block codes), esimerkiksi syklinen redundanttisuuden tarkistus (cyclic redundancy check, CRC), ja Reed-Solomon koodi.

Aiemmin kuvattuja Space-Time koodeja voidaan myös käyttää. Käytettäessä Space-Time lohkokoodeja signaali voidaan esimerkiksi ensin koodata Reed-Solomon koodauksella, ja sitten Space-Time lohkokoodauksella. Space-Time lohkokoodauksessa lähetettävät symbolit  $S_1$  ja  $S_2$  jaetaan kahden eri lähetysantennireitin kesken siten että ensimmäistä lähetysantennireittiä 214B pitkin lähetetään signaali  $[S_1 \quad -S_2^*]$ , ja toista lähetysantennireittiä 214 pitkin signaali  $[S_2 \quad S_1^*]$ . Merkinnällä \* kuvataan signaalin kompleksikonjugaattia. Kyseisellä tavalla muodostetut signaalit ovat ortogonaaliset keskenään, ja ne voidaan lähettää samaa hajotuskoodia käyttäen. Muita mahdollisuuksia ortogonaalisuuden toteuttamiseen on käyttää kullekin lähetysantennihaaralle omaa hajotus- tai kanavakoodia, eri lähetystaajuutta, tai eri väliä lähetyksessä.

Polulla j vastaanotettu signaali ajanhetkellä T on

$$r_j^1 = w_1 \alpha_j^1 S_1 - w_2 \alpha_j^2 S_2^* + n_j^1, \quad (1)$$

jossa antenni j:n lähetystehon painokerrointa merkitään  $w_j$ :llä, symbolilla  $\alpha_j^i$  merkitään vastaanottimessa i:n lähetysantennireitin j:n monitiepolun Rayleigh häipymää. Vastaavasti  $r_j^k$  kuvaa vastaanotetun signaalin j:nnettä monitie-edennyttä signaalia, ja  $n_j^k$  kuvaa j:nneen monitie-edenneeseen signaaliin summautuvaa valkoista gauss-jakautunutta kohinaa (Additive White Gaussian Noise).

Vastaavasti ajanhetkellä 2T vastaanotettu signaali on

$$r_j^2 = w_1 \alpha_j^1 S_2 + w_2 \alpha_j^2 S_1^* + n_j^2 \quad (2)$$

Merkitään seuraavassa  $\hat{\alpha} = w\alpha$ , jolloin käyttäen lineaarista prosessointia j:n polun symbolien  $S_1$  ja  $S_2$  pehmeät outputit saadaan

$$r_j^1 \hat{\alpha}_j^1 + r_j^2 \hat{\alpha}_j^2 = (|\hat{\alpha}_j^1|^2 + |\hat{\alpha}_j^2|^2) S_1 + n_j^1 \hat{\alpha}_j^1 + n_j^2 \hat{\alpha}_j^2 \quad (3)$$

5 ja

$$-r_j^1 \hat{\alpha}_j^2 + r_j^2 \hat{\alpha}_j^1 = (|\hat{\alpha}_j^1|^2 + |\hat{\alpha}_j^2|^2) S_2 - n_j^1 \hat{\alpha}_j^2 + n_j^2 \hat{\alpha}_j^1 \quad (4)$$

Kaikkien monitiepolkujen pehmeät outputit voidaan yhdistää, jotta saadaan lopullinen pehmeä output symbolille  $S_1$

$$\sum_{j=1}^L r_j^1 \hat{\alpha}_j^1 + r_j^2 \hat{\alpha}_j^2, \quad (5)$$

10 jossa  $L$  on vastaanotettujen monitiepolkujen kokonaislukumäärä. Vastaavasti lopullinen pehmeä output symbolille  $S_2$  saadaan

$$\sum_{j=1}^L -r_j^1 \hat{\alpha}_j^2 + r_j^2 \hat{\alpha}_j^1 \quad (6)$$

Lomittamista ei ole kuvattu kuviossa 2A. Lomittamisen tarkoitus on helpottaa virheenkorjausta. Lomittamisessa signaalin bitit sekoitetaan määrättyllä tavalla keskenään, jolloin hetkellinen häipymä radiotiellä ei välttämättä vielä tee siirrettyä informaatiota tunnistuskelvottomaksi.

Signaali levitetään hajotuskoodilla, sekoitetaan sekoituskoodilla, ja moduloidaan lohkoissa 204, jonka toimintaa kuvattiin tarkemmin kuvion 2B yhteydessä.

20 Kytkinkentässä 206 jaetaan signaali eri lähetysantennireiteille 214A, 214B, 214C. Ohjausosa 208 ohjaa kytkinkentän 206 toimintaa. Tyypillisesti lähetysdiversiteetti toteutetaan siten, että sama signaali lähetetään ainakin kahden eri lähetysantennireitin 214A, 214B, 214C kautta tilaajapäätelaitteelle UE. Kuvion 2A esimerkissä lähetysantennidiversiteetti toteutetaan käyttäen kahta  
25 lähetysantennireittiä 214B, 214C. Käytettäessä edellä kuvattua Space-Time koodausta eri antennien kautta lähetettävä signaali ei ole sama. Tällöin on huomattava, että kytkinkenttä jakaa ainakin osittain erisisältöiset signaalit eri lähetysantennireiteille 214B, 214C.

30 Kussakin lähetysantennireitissä 214B, 214C signaali viedään radiotaajuusosille 210B, 210C, jotka käsittävät tehonvahvistimen 212B, 212C. Lisäksi radiotaajuusosat 210B, 210C voivat käsitellä kaistanleveyttä rajoittavia suodattimia. Analoginen radiosignaali 240, 242 lähetetään sitten antennin 214B, 214C kautta radiotielle Uu.

Radiovastaanotin 220 on tyypillisesti Rake vastaanotin. Radiotieltä Uu vastaanotetaan analoginen radiotaajuinen signaali 240, 242 antennilla 222. Signaali 240, 242 viedään radiotaajuusosiin 224, jotka käsittävät suodattimen, joka estää halutun taajuuskaistan ulkopuoliset taajuudet. Sen jälkeen signaali  
 5 muunnetaan demodulaattorissa 226 välitaajuudelle tai suoraan kantataajuudelle, jossa muodossa oleva signaali näytteistetään ja kvantisoidaan.

Koska kyseessä on monitie-edennyt signaali, monitie-edenneet signaalikomponentit pyritään yhdistämään lohkoissa 226, joka käsittää tunnetun tekniikan mukaisesti useita Rake-haaroja (Rake fingers).

10 Niin sanotussa hakevassa Rake-haarassa (Rowing Rake finger) etsitään viiveitä kullekin monitie-edenneelle signaalikomponentille. Kun viiveet on löydetty, niin eri Rake-haarat allokoidaan vastaanottamaan kukin oma monitie-edennyt signaalikomponentti. Vastaanotossa vastaanotettua signaalikomponenttia korreloidaan käytetyllä hajotuskoodilla, jota on viivästetty kyseiselle monitielle löydetyllä viiveellä. Eri demoduloidut ja levityksestä puretut  
 15 saman signaalin monitie-edenneet komponentit yhdistetään sitten, jotta saadaan voimakkaampi signaali.

Sitten signaali viedään kanavadekooderiin 228, jossa puretaan lähetysessä käytetty kanavakoodaus, esimerkiksi lohkokoodaus ja konvoluutiokoodaus. Konvoluutiokoodaus puretaan edullisesti Viterbi-dekooderilla.  
 20 Space-Time lohkokoodaus puretaan kaavojen 3, 4, 5 ja 6 yhteydessä kuvatulla lineaarisella prosessoinnilla. Näin saatu alunperin lähetetty data viedään tiilaajapäätelaitteeseen UE kytkettyyn tietokoneeseen 122 jatkokäsittelyä varten.

Menetelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi lähettimestä vastaanottimelle radiojärjestelmässä käsittää kuvion 3A mukaisesti seuraavaksi kuvattavat askeleet.

Lohkossa 300 lähetin 200 lähettää ainakin osan signaalista ainakin kahden eri lähetysantennireitin 214B, 214C kautta.

Lohkon 302 mukaisesti lähettimessä 200 painotetaan eri lähetysantennireittien 214B, 214C kautta lähetettävien signaalien lähetystehoa suhteessa keskenään käyttäen muutettavissa olevia kullekin lähetysantennireitille 214B, 214C määritettyjä painokertoimia w.  
 30

Lohkossa 304 vastaanotin vastaanottaa signaalin.

Painokertoimille voidaan lähettimen valmistusvaiheessa, systeemin  
 35 määrittelyvaiheessa, tai myöhemmin esimerkiksi radioverkon rakennusvai-

heessa asettaa jotkin oletusarvot, joita lähetin käyttää käyttäessään lähetyssantennidiversiteettiä.

Kuviossa 3B kuvataan miten painokertoimia voidaan dynaamisesti muuttaa radioyhteyden kanavaolosuhteiden mukaan. Lohkot 300, 302 ja 304  
5 suoritetaan samoin kuin kuviossa 3A.

Sitten lohkoissa 306 vastaanotin 220 suorittaa mittauksia kunkin eri lähetyssantennireitin 214B, 214C kautta lähetetyille vastaanottamalleen signaalille 240, 242. Mittaukset liittyvät kanavan olosuhteisiin, esimerkiksi kanavan parametreihin, signaalin vastaanottotehoon, bittivirhesuhteeseen, SINR-suhteeseen (Signal/Interference+Noise -Ratio), tai mihin tahansa muuhun ta-  
10 paan mitata kanavan laatua.

Lohkoissa 308 vastaanotin 220 signaloi lähettimelle 200 lohkoissa 306 suoritettujen mittauksien perusteella muodostetun painokerrointiedon.

Tämän jälkeen on kaksi erilaista mahdollisuutta toimia, nämä mahdollisuudet on kuvattu kuviossa 3B lohkoista 308 lähtevinä kahtena eri haara-  
15 na, A ja B.

Haaran A mukaisesti mennään lohkoon 312A, jossa lähetin 200 muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen vastaanottamaansa painokerrointietosignaalointia.

20 Haaran B mukaisesti mennään lohkoon 310, jossa lähetin 200 muodostaa laatuarvon vastaanottamalleen painokerrointietosignaloinnille. Sitten lohkoissa 312B lähetin 200 muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaloinnin laatuarvoa ja painokerrointietosignaalointia. Painokerrointietosignaloinnin laatuarvoa tarkastelemalla voidaan tehdä päätös  
25 signaloinnin luotettavuudesta: mikäli signaloinnin sisältävä signaali on kulkenut huonossa kanavassa, voi sen luotettavuus olla liian huono, jotta pystyttäisiin tekemään hyvä päätös painokertoimien arvon muuttamiseksi hyväksikäyttäen painokerrointietosignaalointia. Laatuarvo muodostetaan samalla tavalla kuin edellä esitettiin lohkon 308 yhteydessä.

30 Signaloinnin luotettavuudelle voidaan asettaa kynnyсарvo. Signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyсарvon painokertoimia ei muuteta. Vastaavasti signaloinnin laatuarvon ylittäessä etukäteen määrätyn kynnyсарvon painokertoimia muutetaan. Eräs erikoissääntö voi olla sellainen, että signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyсарvon painokertoimet asetetaan yhtäsuuriksi kussakin yhteydelle käytetyssä lähetyssantennireitissä 214B, 214C. Tilaaajapääteleite voi ohjata lähetintä myös siten että  
35

painokerroinsignaalin luotettavuutta muutetaan tarkoituksella siten, että sen luotettavuutta joko vahvistetaan tai heikennetään. Jälkimmäisen voi toteuttaa esimerkiksi laskemalla signaalin lähetysteho alhaiseksi painokertoimen signaalointia suoritettaessa. CDMA systeemissä tämä voidaan toteuttaa myös hajottamalla signaalointitieto eri hajotuskoodilla kuin mitä normaalisti käytetään. Tällöin tukiasema voi joko detektoida millä hajotuskoodilla signaalointi suoritettiin tai signaali voidaan purkaa ilman tätä tietoa. Jälkimmäisessä tapauksessa vastaanotetun signaalin luotettavuus on heikko sillä tukiasema on käyttänyt eri koodia signaalin koostamisessa kuin mitä on käytetty hajotuksessa.

10 Painokerrointietosignaaloinnin frekvenssi voi olla sellainen, että kussakin kuvion 4 yhteydessä esitetyssä 0.625 millisekunnin mittaisessa välissä 330C voidaan lähettää painokerrointietoa. Tällöin painokertoimien muutosfrekvenssi on sopivasti sama kuin tyypillisesti käytetty tehonsäätöperiodi. Painokerrointietoa voidaan jopa yhdistää kuvion 4 yhteydessä esitettyyn lähetystehon  
15 säätökomentokenttään 402, tai sitten se voidaan sijoittaa muuhun kontrolli-informaatiolle varattuun tilaan DPCCH:ssa 412.

Painokerrointietosignaaloinnilla tarkoitetaan vastaanottimen 220 lähettimelle 200 lähettämää signaalointia, jonka perusteella painokertoimia säädetään. Alan ammattimiehelle on selvää, että tämä signaalointi voidaan toteuttaa useilla eri tavoilla. Seuraavaksi esitetään muutama mahdollinen tapa, keksintöä niihin kuitenkin rajoittamatta:

1. Painokerrointietoa käsittää tiedon siitä minkä lähetysantennireitin 214B, 214C kautta lähetetyn signaalin 240, 242 laatuarvo oli paras. Mikäli lähetysantennireittejä on käytössä vain kaksi, niin tämän tiedon välittämiseen  
25 riittää yksi bitti. Useampia antennireittejä käytettäessä bittejä käytetään vastaavasti enemmän.

2. Painokerrointietoa käsittää differentiaalitiedon, joka kertoo miten lähetysantennireittien 214B, 214C painokertoimien välisiä suhteita muutetaan differentiaalisesti. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi siten, että differentiaalitiedon sisältö on "siirrä ensimmäisen lähetysantennireitin 214B lähetystehosta  
30 kaksi yksikköä toiselle lähetysantennireitille 214C. Differentiaalinen painotus on esimerkki tilanteesta missä painotus hetkellä  $t$  riippuu siitä mikä suhteellinen painotus oli käytössä hetkellä  $t-1$ . Tässä voidaan käyttää myös esimerkiksi kolmea painokerroinryhmää  $1:\{0.8 \ 0.2\}$ ,  $2:\{0.5 \ 0.5\}$  ja  $3:\{0.2 \ 0.8\}$ , missä yhdellä  
35 siirtymällä sallitaan muutokset  $1 \leftrightarrow 2$ ,  $2 \leftrightarrow 3$ , mutta siirtymään  $1 \leftrightarrow 3$  tarvitaan kaksi erillistä siirtymää.

3. Painokerrointieto käsittää vastaanottimen 220 mittaaman ainakin yhden kanavaparametrin. Tämän toteutusmuodon etuna on se, että lähettimelle 200 voidaan haluttaessa signaloida paljonkin tietoa, ja jättää päätöksenteko painokertoimista sitten hyvin informoidun lähettimen 200 tehtäväksi.

- 5 Osaa tästä signaalista voidaan käyttää lähetysantennireittien muodostamiseen, ja osaa lähetysantennireittien signaalien painotukseen.

4. Painokertoimien arvot ovat etukäteen määrättyjä. Painokertoimien etukäteen määrättyistä arvoista muodostetaan keskenään erilaisia ryhmiä, jossa kussakin ryhmässä on jokaiselle lähetysantennireitille 214B, 214C määritetty painokerroin. Tällöin painokerrointietosignalointi käsittää tiedon siitä mitä painokerroinryhmää vastaanotin 220 haluaa käytettävän. Ryhmät voivat kahta lähetysantennireittiä 214B, 214C käytettäessä olla esimerkiksi seuraavat: {0.5, 0.5}, {0.8, 0.2} ja {0.2, 0.8}. Tällöin oletetaan, että yhteenlaskettu lähetysteho on yksi. Ensimmäisessä ryhmässä kummankin lähetysantennireitin 214B, 214C lähetysteho on suhteessa keskenään sama. Toisessa ryhmässä ensimmäinen lähetysantennireitti 214B lähettää teholla 0.8 ja toinen lähetysantennireitti 214C teholla 0.2. Kolmannessa ryhmässä ensimmäinen lähetysantennireitti 214B lähettää teholla 0.2 ja toinen lähetysantennireitti 214C teholla 0.8. Mikäli käytetty kanavakoodausmenetelmä mahdollistaa sen, että lähetys voidaan suorittaa vain yhtäkin lähetysantennireittiä käyttäen, niin voidaan määrittää kaksi ryhmää lisää: {1, 0} ja {0, 1}. Tämä tarkoittaa sitä, että neljännessä ryhmässä ainoastaan ensimmäisen lähetysantennireitin 214B kautta lähetetään signaalia. Vastaavasti viidennessä ryhmässä vain toisen lähetysantennireitin 214C kautta lähetetään signaali vastaanottimelle 220.

25 Vastaanotin käyttää vastaanotetun signaalin kanavakertoimia signaalin detektoinnissa, ja perinteisesti tämän mahdollistamiseksi signaalissa on joku ennalta määrätty ja tunnettu pilottisekvenssi, jonka avulla voidaan estimoida kanava jos kanavakertoimet muuttuvat hitaasti. Vastaanotetut kanavakertoimet muuttuvat painotusta käytettäessä sekä siirtotien että lähettimen painotuksen johdosta, ja näin ollen vastaanottimen 220 toimintaa helpottaa mikäli se tietää lähettimen 200 käyttämät painokertoimet. Jos lähetyspainokertoimissa voi tapahtua suuria hetkellisiä muutoksia voidaan edullisesti lähetyksessä käytetyt painokertoimet signaloida vastaanottimelle 220 käyttäen lähetettyyn signaaliin sijoitettuja tunnistebittejä 400, joiden toteutusperiaate on selostettu kuvion 4 yhteydessä. Myös mikäli painokertoimista on muodostettu ryhmiä, niin lähetyksessä käytetyn painokertoimien ryhmän tunnistetiedot sig-

naloidaan vastaanottimelle 220 käyttäen lähetettyyn signaaliin sijoitettuja tunnistebittejä. Jollei painokertoimien signalointia vastaanottimelle 220 haluta suorittaa, niin vastaanotin käyttää esimerkiksi sokeita estimointimenetelmiä käytettyjen painokertoimien löytämiseksi. Aina tämä ei kuitenkaan ole edes välttämätöntä. Esimerkiksi käytettäessä sellaista painokertoimien säätöä, jossa kerrallaan säädetään esimerkiksi kahden antennin välillä vain yhden kymmenyksen verran niiden välistä suhteellista tehoa, niin vastaanotin 220 ei välttämättä havaitse ko. säätöä, vaan tulkitsee sen kanavan olosuhteiden muuttumiseksi.

- 10           Muita mahdollisuuksia signaloida käytetyt painokertoimet vastaanottimelle on käyttää signaalin eri lähetysantennireittispesifistä modulaatiota, hajotusta tai koodausta.

- Painokertoimien päättämiseksi on kaksi mahdollisuutta, joko radiojärjestelmän tilaajapäätelaite UE päättää radiojärjestelmän verkko-osan RNS lähetyksessään kyseiselle tilaajapäätelaitteelle UE käyttämät painokertoimet, tai radiojärjestelmän verkko-osa RNS päättää lähetyksessään käyttämät painokertoimet. Molemmissa vaihtoehdoissa on omat etunsa. Mikäli tilaajapäätelaite UE suorittaa päätöksen, voidaan signaloitavan painokerrointiedon määrää mahdollisesti vähentää. Toisaalta mikäli verkko-osa RNS suorittaa päätöksen, niin se voi mahdollisesti hyödyntää semmoista tietoa verkko-osan RNS kuormituksesta, jota tilaajapäätelaitteella UE ei ole. Luonnollisesti voidaan käyttää edellisten yhdistelmää painokertoimien määräämisessä.

- Eräs esimerkki verkon tiedosta on se, että radiojärjestelmän verkko-osa RNS huomioi päätöksessään kunkin lähetysantennireitin 214B, 214C tehonvahvistimen 212B, 212C kuormituksen. Tehonvahvistimet 212B, 212C joudutaan suunnittelemaan suuria huipputehoja kestäviksi, mikäli sallitaan sellaisen tilanteen syntyminen, että kyseisen lähetysantennireitin 214B kautta kulkevien lähetettävien signaalien tehot säädetään suuriksi. Verkko-osa RNS voidaan ohjelmoida huomioimaan tehonvahvistimelle jokin tehonrajoitus. Tällöin verkko-osa RNS hakee sellaisen lähetysantennireittien 214A, 214B, 214C yhdistelmän kullekin radioyhteydelle, että yhteyksien laatu pysyy riittävän hyvänä, ja tehonvahvistimia 212A, 212B, 212C kuormitetaan kutakuinkin tasaisesti.

- Kuvion 2A yhteydessä esitetty esimerkki kuvaa keksinnön käyttöä järjestelmässä, jossa yhteydessä käytetyt lähetysantennireitit 214A, 214B, 214C liittyvät yhteen tukiasemaan B. Keksinnön mukainen painokertoimien



käyttö toimii kuitenkin myös kuviossa 5 esitettävässä järjestelmässä, jossa signaali 240, 242 lähetetään ainakin kahden eri tukiaseman B1, B2 lähettimien 200B, 200C ja niiden lähetysantennireittien 214B, 214C kautta. Tyypillinen tilanne on pehmeän kanavanvaihdon suorittaminen, jossa tukiasemaohjain

5 RNC ohjaa samanaikaisen lähetyksen esimerkiksi kahden eri tukiaseman B1, B2 kautta tilaajapäätelaitteelle UE. Tilajapäätelaitte UE on tällöin kahden solun C1, C2 välisellä rajavyöhykkeellä. Erityisesti kuvion 3B yhteydessä esitetyt menetelmät soveltuvat hyvin tähän tilanteeseen.

Lähetysantennireiteillä 214A, 214B, 214C tarkoitetaan erilaisia

10 mahdollisuuksia toteuttaa lähetyksessä käytettävä antenniratkaisu. Antenniratkaisu voi tavallisesti olla sellainen, että käytetään ympärisäteileviä (omnidirectional) antennia. Sektoroiduissa tukiasemissa B voidaan käyttää tietyn suuruisen lähetyssektorin kattavia antennia. Tukiasema B voi käyttää esimerkiksi kolmea 120 asteen suuruista lähetyssektoria, tai vielä useampaa

15 ainakin oleellisesti päällekkäistä sektoria. Antenniratkaisu voi myös olla vaiheistuksen toteuttava antennirakenne. Vaiheistetulla antennirakenteella voidaan toteuttaa suunnattuja antennikeiloja käyttävä lähetysantennidiversiteetti, esimerkiksi kuviossa 6 esitettävällä tavalla. Kaksi eri lähetysantennireittiä 214B, 214C lähettävät kumpikin suunnattua antennikeilaa 602B, 602C käyttäen

20 signaalin 240, 242 tilaajapäätelaitteelle UE. Lähettimessä 200 täytyy tällöin olla keilanmuodostimet 600B, 600C. Tähän viitteeksi otettavassa julkaisussa kuvataan adaptiivisten antennien käyttöä, Juha Ylitalo, Marcos Katz: An Adaptive Antenna Method for Improving Downlink Performance of CDMA Base Stations. IEEE Fifth International Symposium on Spread Spectrum Techniques & Applications. IEEE ISSSTA '98 Proceedings. September 2-4, 1998, Sun City, South Africa. Oleellista keksinnölle on vain kuitenkin se, että antenniratkaisusta riippumatta pitää voida toteuttaa lähetysantennidiversiteetti, ja painokertoimien käyttö. Space-Time lohkokoodausta käytettäessä voidaan esimerkiksi määrittää lähetyantennireitin kuvio (vaiheistus eri antennille) käyttäen

25 hyväksi vastaanottoimeen saapuneita signaaleja, valita niistä kaksi vahvinta, ja lähettää näihin keiloihin samanaikaisesti osa Space-Time lohkokoodista. Käyttämällä keilan tai lähetysantennireitin tunnistetta tilaajapäätelaitte voi estimoida painokertoimet em. kahdelle keilalle. Luonnollisesti kompleksinen keilan määräävä vaiheistus voidaan signaloida lähettimelle suljetulla silmukalla,

30 mutta tämä ratkaisu on edullinen vain jos lähetysantennien lukumäärä on pieni. Voidaan siis erottaa lähetysantennireitin määräävät mittaukset ja signaloim-

35

nit ja valituille lähetysantennireiteille käytettävät painot. Space-Time lohkokoodaus on tässä edullinen ratkaisu sillä tukiasema voi käyttää samaa hajotuskoodia eri keiloissa, koska signaali on eri keiloissa koodauksen johdosta ortogonaalinen.

- 5                   Antennien vaiheistus voidaan määritellä käyttäen apuna vastaanot-  
timen signaloimia kanavaparametreja.

                  Lähetyksen vaiheistus voidaan määritellä käyttäen hyväksi samoihin antennielementteihin saapuneita signaaleja. Tällöin lähetetään esimerkiksi samoihin suuntiin kuin mistä signaali on keskimäärin vastaanotettu. Suunta  
10                   estimoitu esimerkiksi yhden välin (0.625ms), kehyksen (10ms) tai pidemmän aikaintervallin yli.

                  Eräässä toteutusmuodossa ainakin yhdestä antennielementistä lä-  
hetetään ainakin kahdella eri vaiheistuksella, eli kahdella eri antennikeilalla,  
siten, että eri vaiheistuksella lähetettävällä signaalilla on eri pilottisekvenssi,  
15                   tunnistesekvenssi, rakenne tai eri koodaus, edullisesti Space-Time koodin eri  
osa, jonka avulla

- keilojen kanavaparametrit estimoidaan,
- keilojen signaalit yhdistetään,
- keilojen painokerroinformaatio lasketaan ja signaloidaan lähetti-

20                   melle.

                  Kuvion 2A mukaisessa radiojärjestelmä keksintö edellyttää että lähettimessä 200 on muutosvälineet 208 muuttaa kullekin lähetysantennireitille 214B, 214C määritettyjä painokertoimia suhteessa keskenään. Lisäksi lähettimessä on painotusvälineet 208, 212B, 212C painottaa eri lähetysantennireit-  
25                   tien 214B, 214C kautta lähetettävien signaalien 240, 242 lähetystehoa käyttä-  
en suhteessa keskenään muutettavissa olevia painokertoimia. Painotusväli-  
neet ovat tehonvahvistimet 212A, 212B, 212C ja niiden ohjauslogiikka.

                  Keksintö toteutetaan edullisesti ohjelmallisesti, jolloin lähettimessä 200 on ohjausosa 208, jossa muutosvälineet 208 ja painotusvälineiden oh-  
30                   jauslogiikka toteutetaan ohjelmallisesti. Tietenkin keksintö voidaan myös to-  
teuttaa vaadittavan toiminnollisuuden tarjoavilla integroiduilla piireillä. Lisäksi  
tarvitaan myös rajattuja muutoksia tukiasemaohjaimen RNC, tukiaseman B, ja  
tilaajapäätelaitteen UE toimintaa ohjaavien ohjausosien ohjelmistoihin.

                  Vastaanotin 220 käsittää välineet 230 suorittaa mittauksia kunkin eri  
35                   lähetysantennireitin kautta lähetetylle vastaanottamalleen signaalille, ja väli-  
neet 230, 232 signaloida lähettimelle 200 mittauksien perusteella muodostetun

painokerrointiedon. Mittausvälineet 230 ovat tunnetun tekniikan mukaisia. Samoin signaalintivälineet 230, 232 ovat tunnettuja, eli käytännössä tilaajapäätelaitteen UE signaalintiohjelmisto ja lähetin. Painokerrointietosignaalointi lähetetään radiosignaalin 250 lähetysantennia 234 käyttäen.

5           Lähetin 200 käsittää välineet 216 vastaanottaa painokerrointietosignaalointi, ja muutosvälineet 208 muodostavat painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaalointia. Vastaanottovälineet 216 ovat radiovastanao-  
tin 216 antenneineen 218 ja signaalintiohjelmistoinen. Muutosvälineet 208  
ovat edullisesti ohjelmallisesti toteutetut.

10           Lähetin 200 käsittää välineet 208, 216 muodostaa laatuarvo vastaanottamalleen painokerrointietosignaaloinnille, ja muutosvälineet 208 muodostavat painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaaloinnin laatu-  
arvoa ja painokerrointietosignaalointia. Laatuarvon muodostusvälineet ovat tun-  
netun tekniikan mukaiset.

15           Lähetin 200 käsittää välineet 208 signaloida lähetyksessä käytetyt painokertoimet tai painokertoimien ryhmän tunnistetiedot vastaanottimelle käyttäen lähetettyyn signaaliin 240, 242 sijoitettuja pilotti- tai tunnistebittejä. Kyseessä on jälleen signaalintiohjelmistoon tehtävät tarkasti rajatut muutokset.

20           Tilaajapäätelaite UE voi käsittää välineet 230 päättää radiojärjestelmän verkko-osan lähetyksessään kyseiselle tilaajapäätelaitteelle UE käyttämät painokertoimet. Kyseessä on edullisesti ohjelmallisesti toteutettava päätöksentekologiikka aiemmin menetelmän yhteydessä kuvattuja sääntöjä käyttäen.

25           Verkko-osa RNS voi käsittää päätös-  
välineet 208 päättää lähetyksessään käyttämät painokertoimet. Kyseessä on edullisesti ohjelmallisesti toteutettava päätöksentekologiikka aiemmin menetelmän yhteydessä kuvattuja sääntöjä käyttäen.

30           Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

### Patenttivaatimukset

1. Menetelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi lähettimestä vastaanottimelle radiojärjestelmässä, käsittäen:

(300) lähetin lähettää ainakin osan signaalista ainakin kahden eri  
5 lähetysantennireitin kautta;

(304) vastaanotin vastaanottaa signaalin;

t u n n e t t u siitä, että:

(302) lähettimessä painotetaan eri lähetysantennireittien kautta lähetettävien signaalien lähetystehoa suhteessa keskenään käyttäen muutetta-  
10 vissa olevia kullekin lähetysantennireitille määritettyjä painokertoimia.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että:

(306) vastaanotin suorittaa mittauksia kunkin eri lähetysantennireitin kautta lähetetylle vastaanottamalleen signaalille;

15 (308) vastaanotin signaloi lähettimelle mittauksien perusteella muodostetun painokerrointiedon;

(312A) lähetin muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaalointia.

20 3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että:

(310) lähetin muodostaa laatuarvon vastaanottamalleen painokerrointietosignaaloinnille;

(312B) lähetin muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaaloinnin laatuarvoa ja painokerrointietosignaalointia.

25 4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painokertoimien arvot ovat etukäteen määrättyjä, ja painokertoimien etukäteen määrättyistä arvoista muodostetaan keskenään erilaisia ryhmiä, jossa kussakin ryhmässä on jokaiselle lähetysantennireitille määritetty painokerroin, ja painokerrointietosignaalointi käsittää tiedon siitä mitä painokerroinryhmää  
30 vastaanotin haluaa käytettävän.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painokerrointieto käsittää tiedon siitä minkä lähetysantennireitin kautta lähetetyn signaalin laatuarvo oli paras.

35 6. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että painokerrointieto käsittää differentiaalitiedon, joka kertoo miten lähetysantennireittien painokertoimien välisiä suhteita muutetaan differentiaalisesti.

7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painokerrointieto käsittää vastaanottimen mittaaman ainakin yhden kanavaparametrin.

8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitit liittyvät radiojärjestelmän verkko-osan ainakin kahteen eri tukiasemaan.

9. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetyksessä käytetyt painokertoimet signaloidaan vastaanottimelle.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painokertoimet signaloidaan vastaanottimelle käyttäen lähetettyyn signaaliin sijoitettua tunnistesekvenssiä, joka on eri riippuen signaalin painotuksesta.

11. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että painokertoimet signaloidaan vastaanottimelle käyttäen signaalin eri lähetysantennireittispesifistä modulaatiota, hajotusta tai koodausta.

12. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetyksessä käytetyn painokertoimien ryhmän tunnistetiedot signaloidaan vastaanottimelle käyttäen lähetettyyn signaaliin sijoitettuja tunnistebittejä.

13. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyksarvon painokertoimia ei muuteta.

14. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyksarvon painokertoimet asetetaan yhtäsuuriksi kussakin lähetysantennireitissä.

15. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon ylittäessä etukäteen määrätyn kynnyksarvon painokertoimia muutetaan.

16. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kahden eri lähetysantennireitin kautta lähetettävät signaalit ovat mahdollisimman ortogonaalisia keskenään.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ortogonaalisuus toteutetaan käyttäen eri hajotus- tai kanavakoodia kullekin lähetysantennireitille.

18. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ortogonaalisuus toteutetaan käyttäen eri lähetystaajuutta kullekin lähetysantennireitille.

19. Patenttivaatimuksen 16 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että ortogonaalisuus toteutetaan käyttäen eri väliä kullekin lähetysantennireitille.

20. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että signaali koodataan siirtokanavan siirtovirheiden minimoimiseksi.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että koodaus on Space-Time koodaus.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että Space-Time koodaus on Space-Time lohkokoodaus.

23. Patenttivaatimuksen 21 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että Space-Time koodaus on Space-Time trelliskoodaus.

24. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitit liittyvät radiojärjestelmän verkko-osan yhteen tukiasemaan.

25. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetin sijaitsee radiojärjestelmän verkko-osan radioverkkoalijärjestelmässä, ja vastaanotin sijaitsee radiojärjestelmän tilaajapäätelaitteessa.

26. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että radiojärjestelmän tilaajapäätelaite päättää radiojärjestelmän verkko-osan lähetyksessään kyseiselle tilaajapäätelaitteelle käyttämät painokertoimet.

27. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että radiojärjestelmän verkko-osa päättää lähetyksessään käyttämät painokertoimet.

28. Patenttivaatimuksen 27 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että radiojärjestelmän verkko-osa huomioi päätöksessään kunkin lähetysantennireitin tehonvahvistimen kuormituksen.

29. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitti on toteutettu antennin vaiheistuksen toteuttavalla antennirakenteella.

30. Patenttivaatimuksen 29 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että vaiheistus määritellään käyttäen apuna vastaanottimen signaloimia kanavaparametreja.

31. Patenttivaatimuksen 29 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lähetyksen vaiheistus määritellään käyttäen hyväksi samoihin antennielementteihin saapuneita signaaleja.

32. Patenttivaatimuksen 29 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ainakin yhdestä antennielementistä lähetetään ainakin kahdella eri vaiheistuksella, eli antennikeilalla, siten, että eri vaiheistuksella lähetettävällä signaalilla on eri pilottisekvenssi, tunnistesekvenssi, rakenne tai eri koodaus, edullisesti Space-Time koodin eri osa, jonka avulla

- keilojen kanavapametrit estimoidaan,
- keilojen signaalit yhdistetään,
- keilojen painokerroininformaatio lasketaan ja signaloidaan lähettimelle.

33. Radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi, käsittäen: lähettimen (200) lähettää signaali (240, 242); ainakin kaksi lähetimeen (200) kytkettävissä olevaa lähetysantennireittiä (214B, 214C);

vastaanottimen (220) vastaanottaa signaali (240, 242);

t u n n e t t u siitä, että:

lähetin (200) käsittää

muutosvälineet (208) muuttaa kullekin lähetysantennireitille (214B, 214C) määritettyjä painokertoimia suhteessa keskenään, ja

painotusvälineet (208, 212B, 212C) painottaa eri lähetysantennireitien (214B, 214C) kautta lähetettävien signaalien (240, 242) lähetystehoa käyttäen suhteessa keskenään muutettavissa olevia painokertoimia.

34. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että

vastaanotin (220) käsittää välineet (230) suorittaa mittauksia kunkin eri lähetysantennireitin kautta lähetetylle vastaanottamalleen signaalille, ja välineet (230, 232) signaloida lähettimelle (200) mittauksien perusteella muodostetun painokerrointiedon;

lähetin käsittää välineet (216) vastaanottaa painokerrointietosignaali, ja muutosvälineet (208) muodostavat painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaali.

35. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että lähetin (200) käsittää välineet (208, 216) muodostaa laatu-arvo vastaanottamalleen painokerrointietosignaalin, ja muutosvälineet (208) muodostavat painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaalin laatu-arvoa ja painokerrointietosignaali.

36. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että painokertoimien arvot ovat etukäteen määrättyjä, ja painokertoimien etukäteen määrätyistä arvoista muodostetaan keskenään erilaisia ryhmiä, jossa kussakin ryhmässä on jokaiselle lähetysantennireitille (214B, 214C) määritetty painokerroin, ja painokerrointietosignalointi käsittää tiedon  
5 siitä mitä painokerroinryhmää vastaanotin (220) haluaa käytettävän.

37. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että painokerrointieto käsittää tiedon siitä minkä lähetysantennireitin (214B, 214C) kautta lähetetyn signaalin (240, 242) laatuarvo oli paras.

10 38. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että painokerrointieto käsittää differentiaalitiedon, joka kertoo miten lähetysantennireittien (214B, 214C) painokertoimien välisiä suhteita muutetaan differentiaalisesti.

15 39. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että painokerrointieto käsittää vastaanottimen (220) mittaaman ainakin yhden kanavaparametrin.

40. Patenttivaatimuksen 34 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitit (214B, 214C) liittyvät radiojärjestelmän verkko-osan ainakin kahteen eri tukiasemaan.

20 41. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetin (200) käsittää välineet (208) signaloida lähetyksessä käytetyt painokertoimet vastaanottimelle (220) käyttäen lähetettyyn signaaliin (240, 242) sijoitettuja pilottibittejä.

25 42. Patenttivaatimuksen 36 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetin (200) käsittää välineet (208) signaloida lähetyksessä käytetyn painokertoimien ryhmän tunnistetiedot vastaanottimelle käyttäen lähetettyyn signaaliin (240, 242) sijoitettuja pilottibittejä.

30 43. Patenttivaatimuksen 35 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyksarvon muutosvälineet (208) eivät muuta painokertoimia.

44. Patenttivaatimuksen 35 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon alittaessa etukäteen määrätyn kynnyksarvon muutosvälineet (208) asettavat painokertoimet yhtäsuuriksi kussakin lähetysantennireitissä (214B, 214C).



45. Patenttivaatimuksen 35 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että signaloinnin laatuarvon ylittäessä etukäteen määrätyn kynnyksarvon muutosvälineet (208) muuttavat painokertoimia.

46. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että kahden eri lähetysantennireitin (214B, 214C) kautta lähetettävät signaalit ovat mahdollisimman ortogonaalisia keskenään.

47. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetin (200) käsittää välineet (202) koodata signaali siirtokanavan siirtovirheiden minimoimiseksi.

48. Patenttivaatimuksen 47 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että koodaus on Space-Time koodaus.

49. Patenttivaatimuksen 48 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että Space-Time koodaus on Space-Time lohkokoodaus.

50. Patenttivaatimuksen 48 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että Space-Time koodaus on Space-Time trelliskoodaus.

51. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitit (214B, 214C) liittyvät radiojärjestelmän verkko-osan yhteen tukiasemaan.

52. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetin (200) sijaitsee radiojärjestelmän verkko-osan radioverkkoalijärjestelmässä (RNS), ja vastaanotin (220) sijaitsee radiojärjestelmän tilaajapäätelaitteessa (UE).

53. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että radiojärjestelmän tilaajapäätelaite (UE) käsittää välineet (230) päättää radiojärjestelmän verkko-osan lähetyksessään kyseiselle tilaajapäätelaitteelle (UE) käyttämät painokertoimet.

54. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että radiojärjestelmän verkko-osa käsittää päätösvälineet (208) päättää lähetyksessään käyttämät painokertoimet.

55. Patenttivaatimuksen 54 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että päätösvälineet (208) käyttävät päätöksenteossa tietoa kunkin lähetysantennireitin (214B, 214C) tehonvahvistimen (212B, 212C) kuormituksesta.

56. Patenttivaatimuksen 33 mukainen radiojärjestelmä, tunnettu siitä, että lähetysantennireitti (214B, 214C) on toteutettu antennin vaiheistuksen toteuttavalla antennirakenteella.

### (57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä ja radiojärjestelmä digitaalisen signaalin siirtämiseksi. Menetelmä käsittää askeleet: (300) lähetin lähettää ainakin osan signaalista ainakin kahden eri lähetysantennireitin kautta; (302) lähetimessä painotetaan eri lähetysantennireittien kautta lähetettävien signaalien lähetystehoa suhteessa keskenään käyttäen muutettavissa olevia kullekin lähetysantennireitille määritettyjä painokertoimia; (304) vastaanotin vastaanottaa signaalin. Eräässä toteutusmuodossa (306) vastaanotin suorittaa mittauksia kunkin eri lähetysantennireitin kautta lähetetyille vastaanottamalleen signaalille; (308) vastaanotin signaloi lähettimelle mittauksien perusteella muodostetun painokerrointiedon; (312A) lähetin muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignalointia. Eräässä toisessa toteutusmuodossa (310) lähetin muodostaa laatuarvon vastaanottamalleen painokerrointietosignaloinnille; (312B) lähetin muodostaa painokertoimet hyväksikäyttäen painokerrointietosignaalin laatuarvoa ja painokerrointietosignalointia.

(Kuviot 3A, 3B)

25

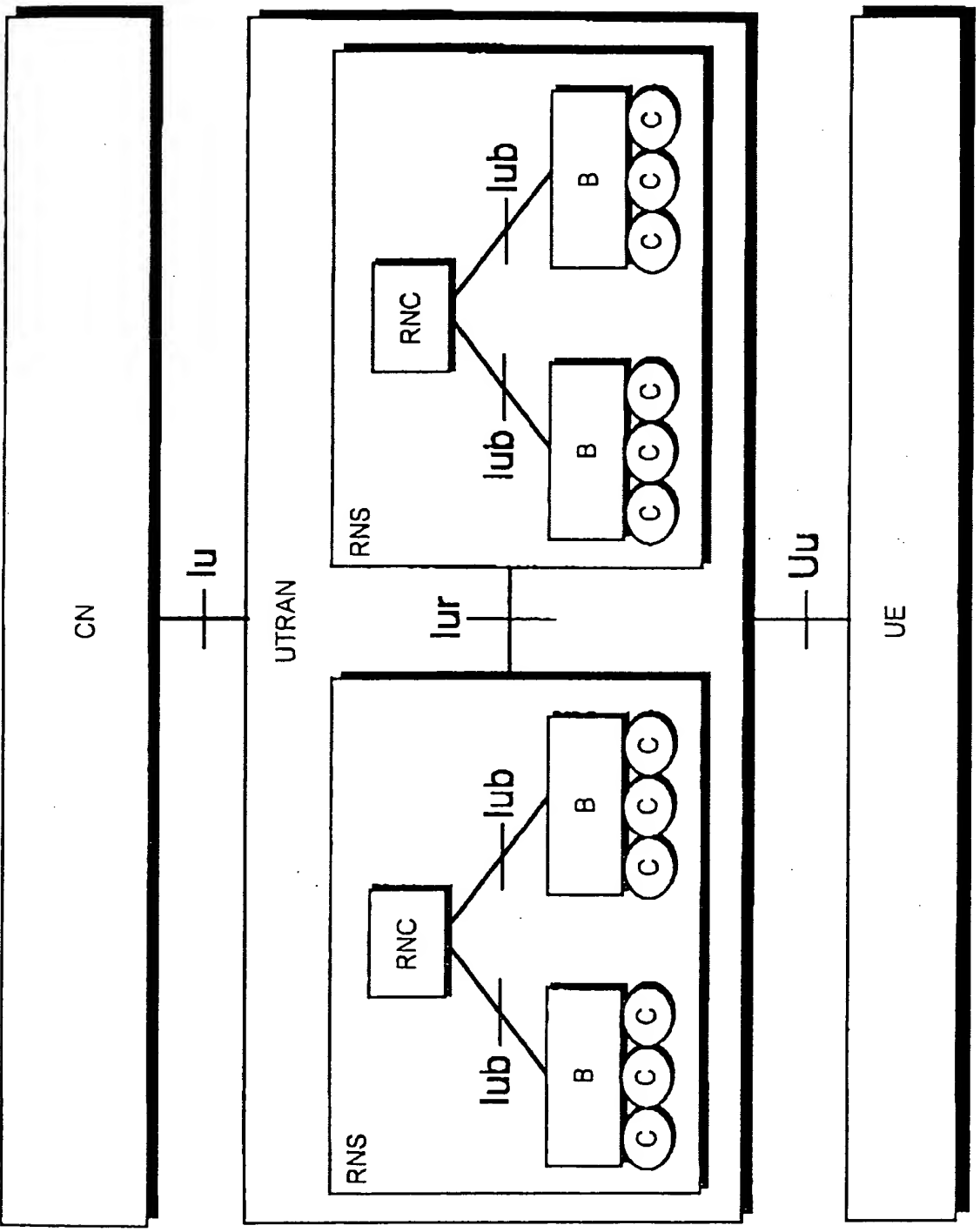


Fig 1A

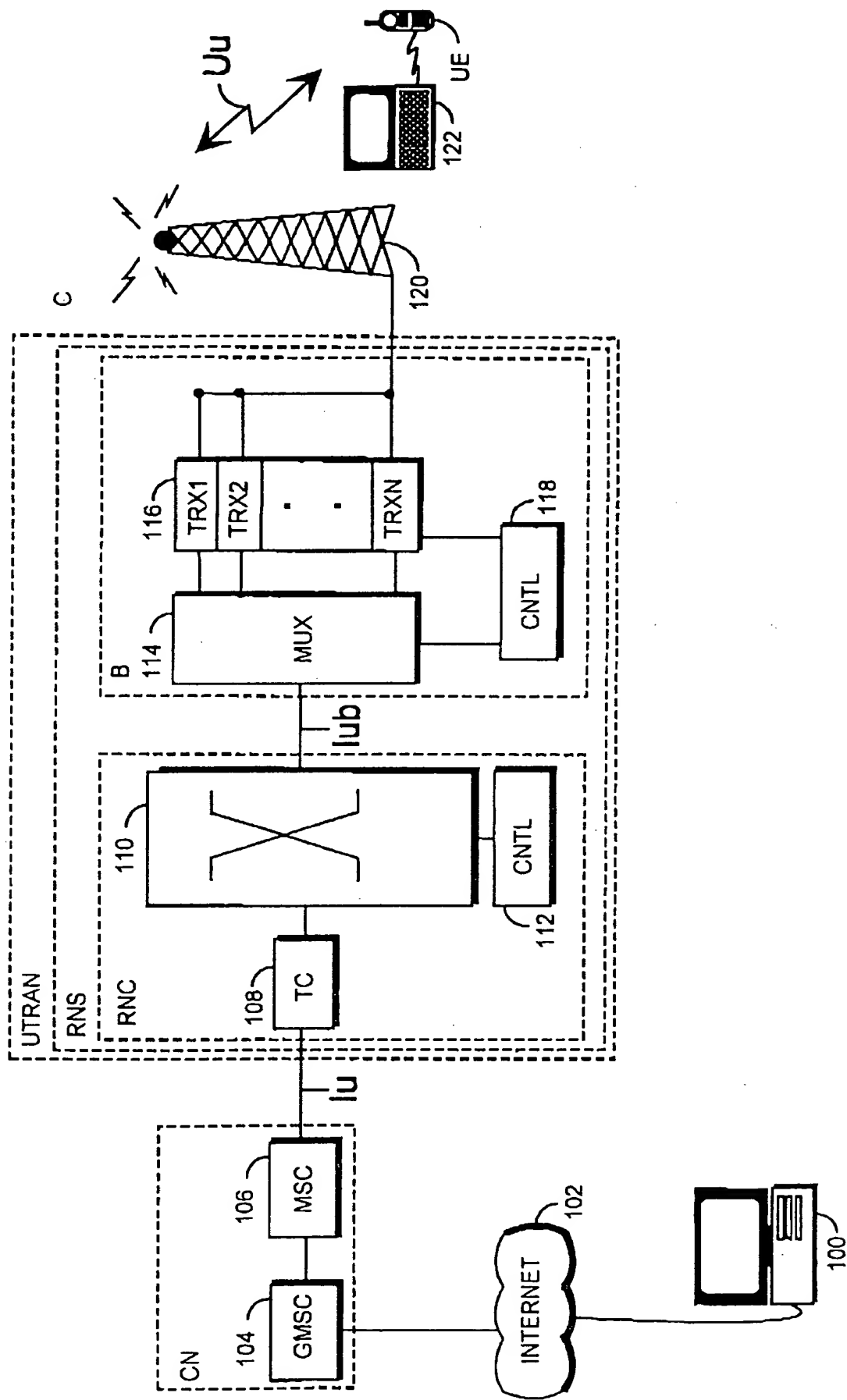


Fig 1B

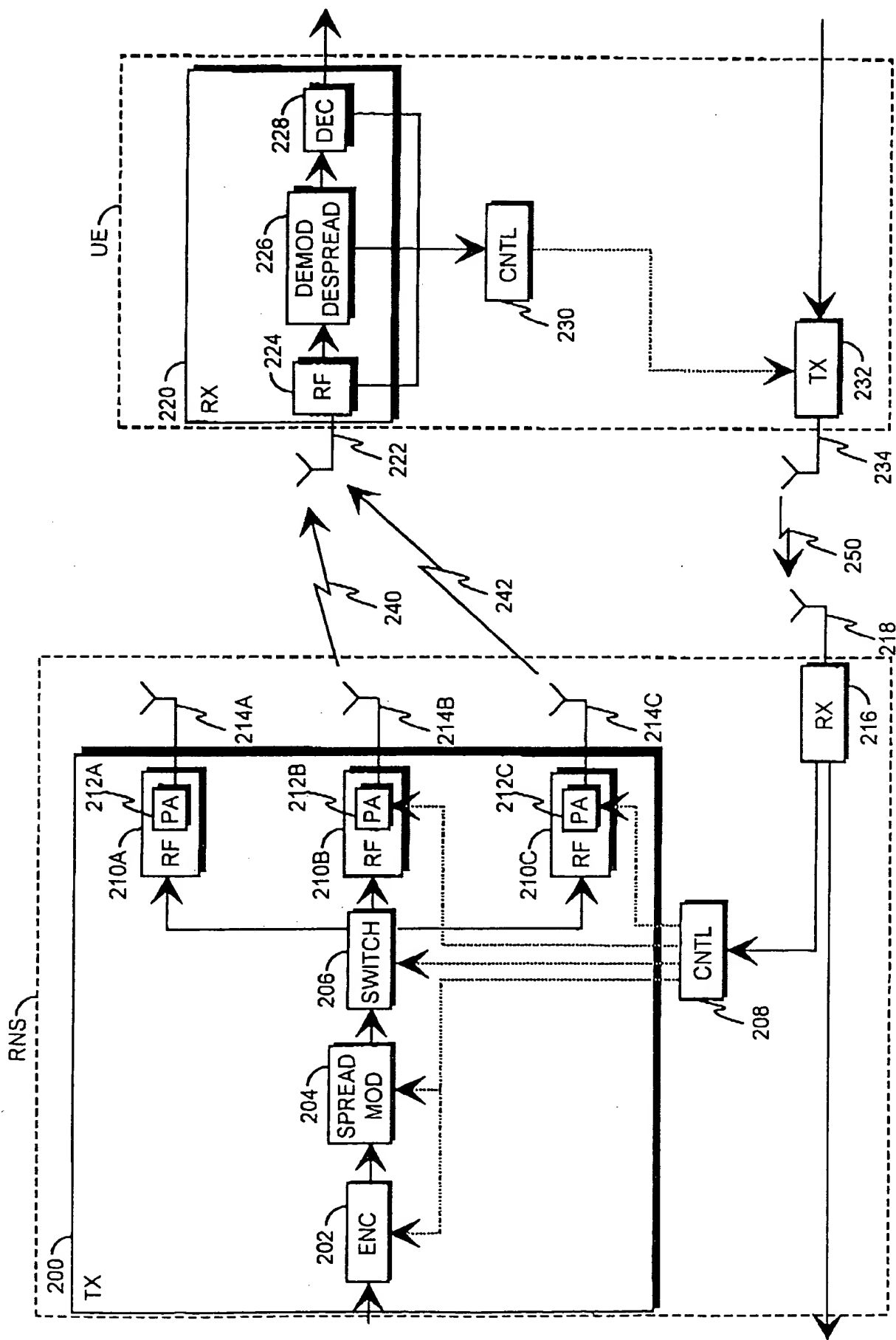


Fig 2A

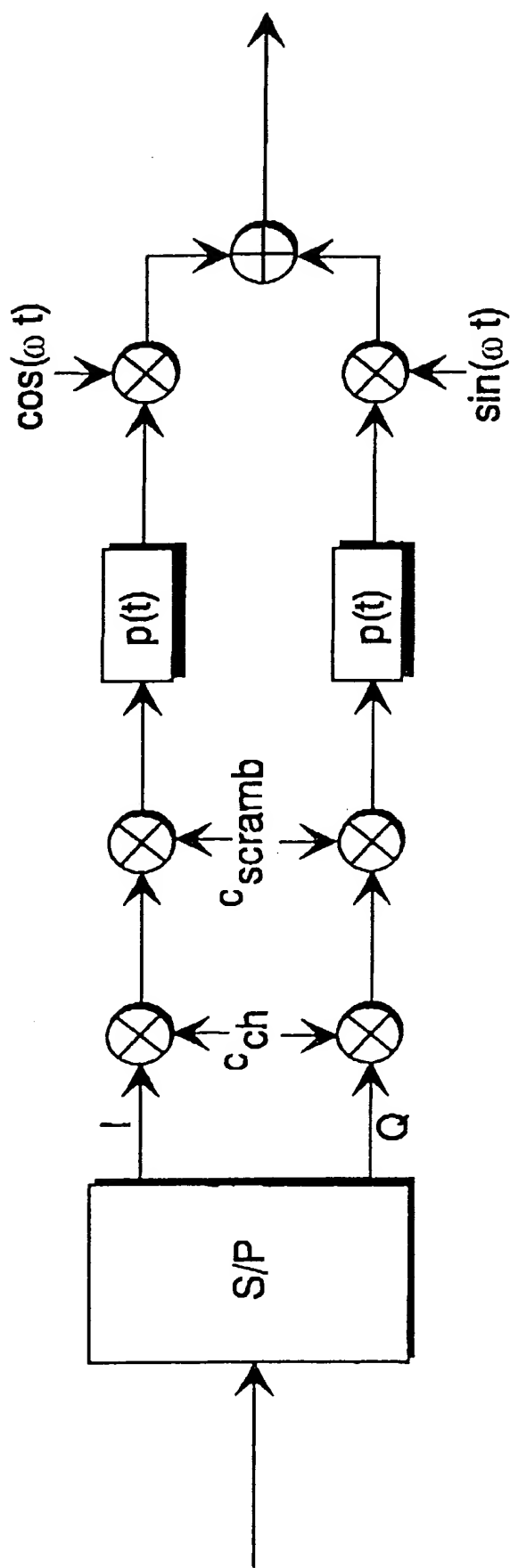


Fig 2B

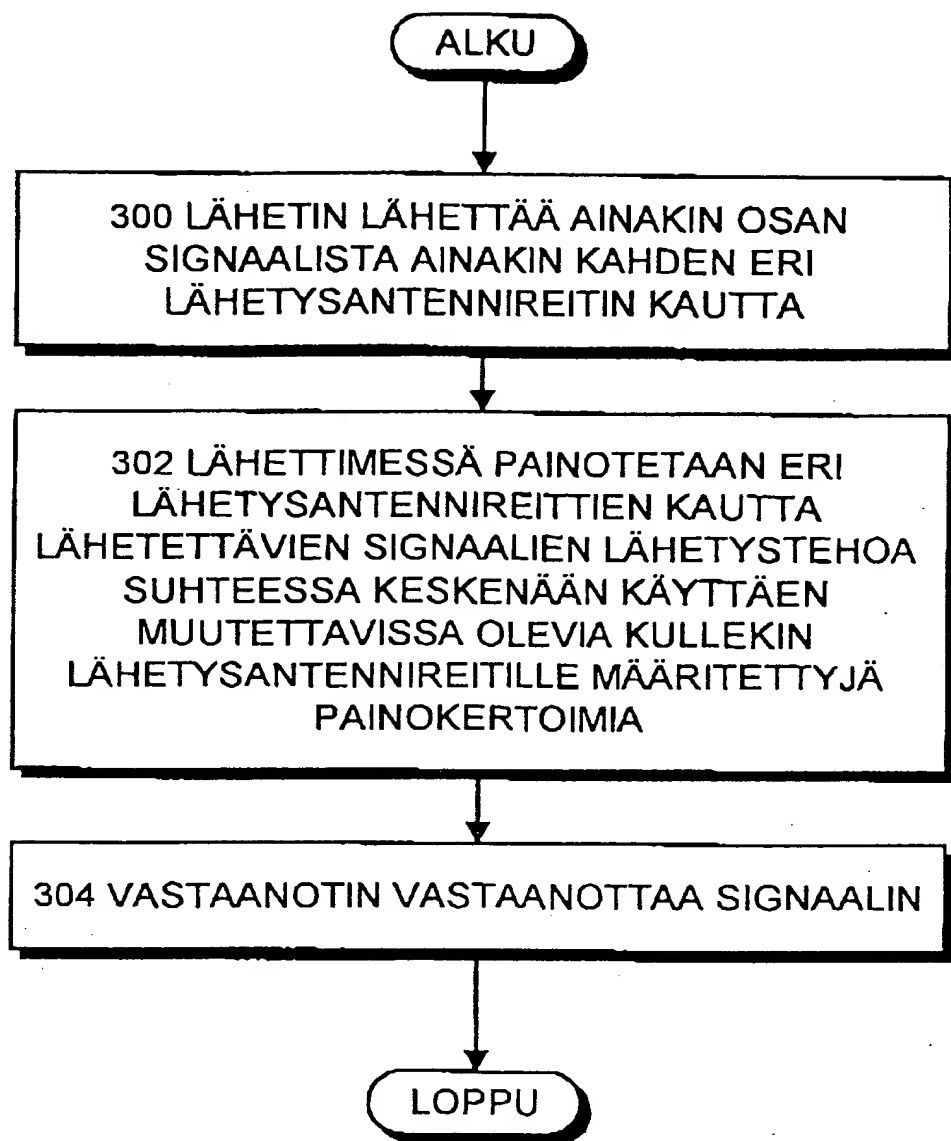


Fig 3A

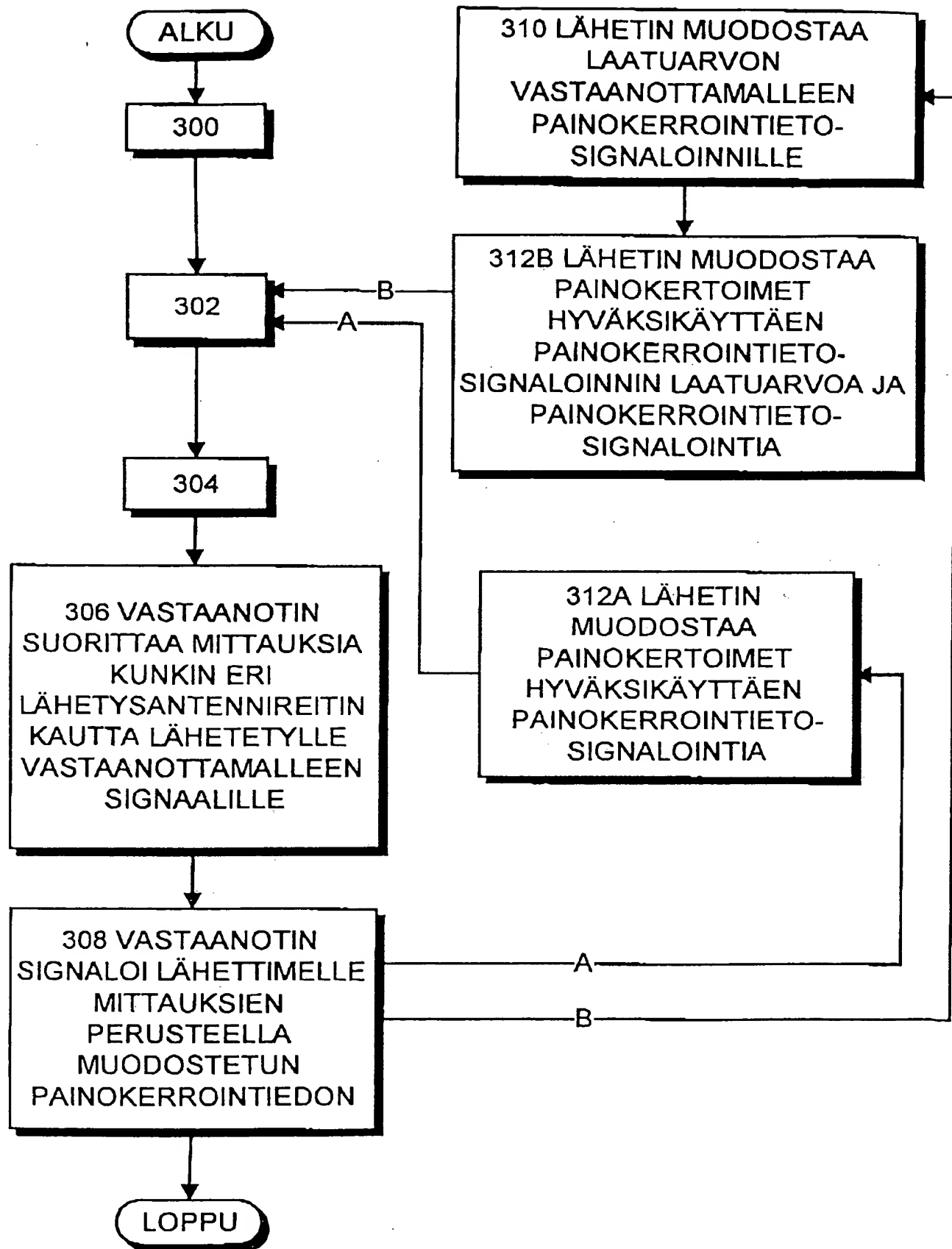


Fig 3B



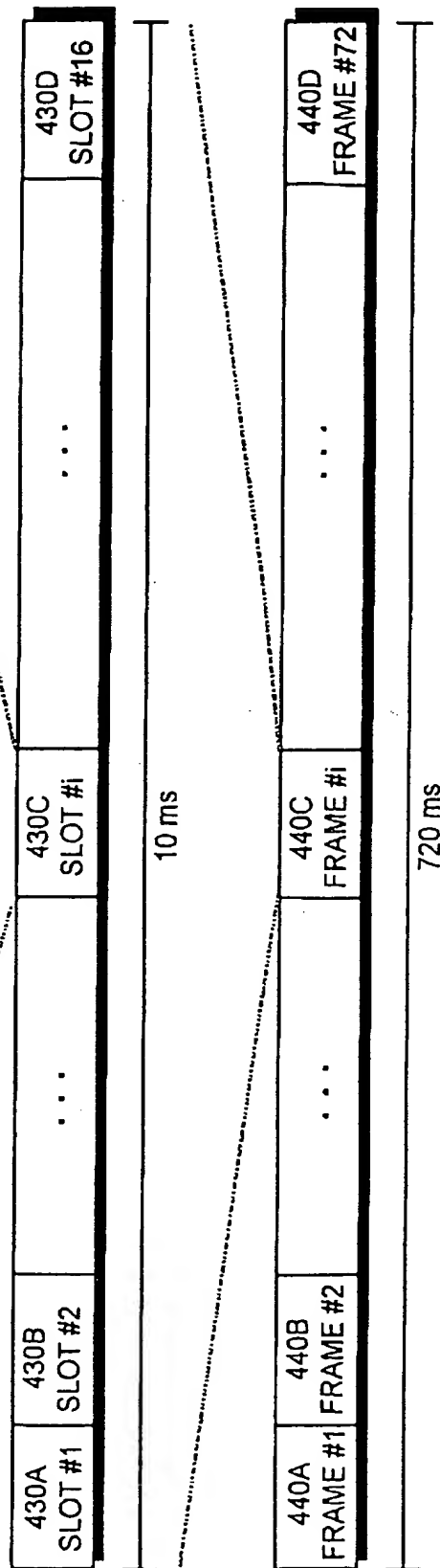
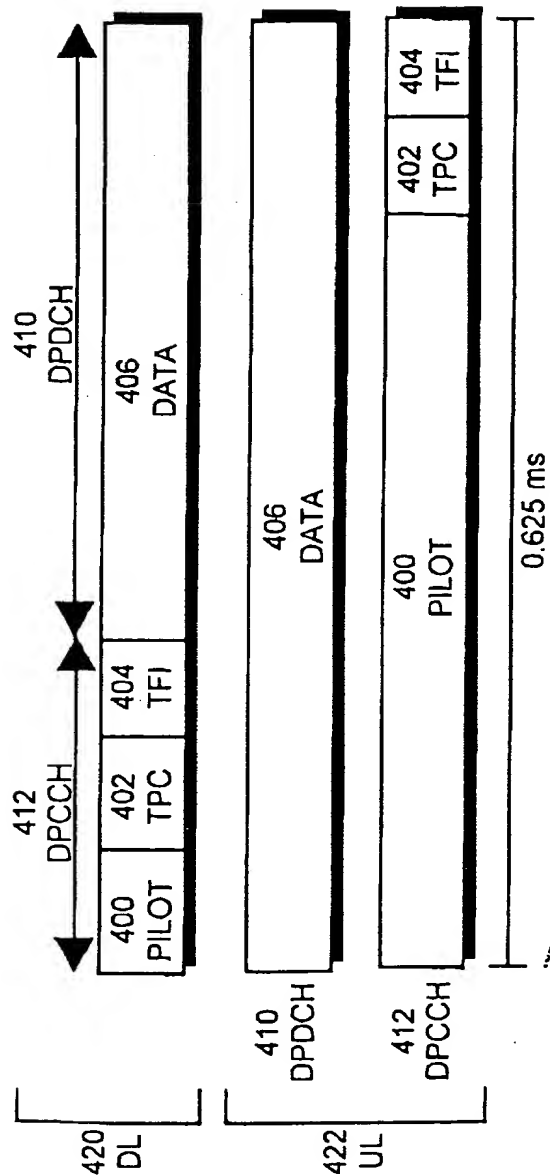


Fig 4

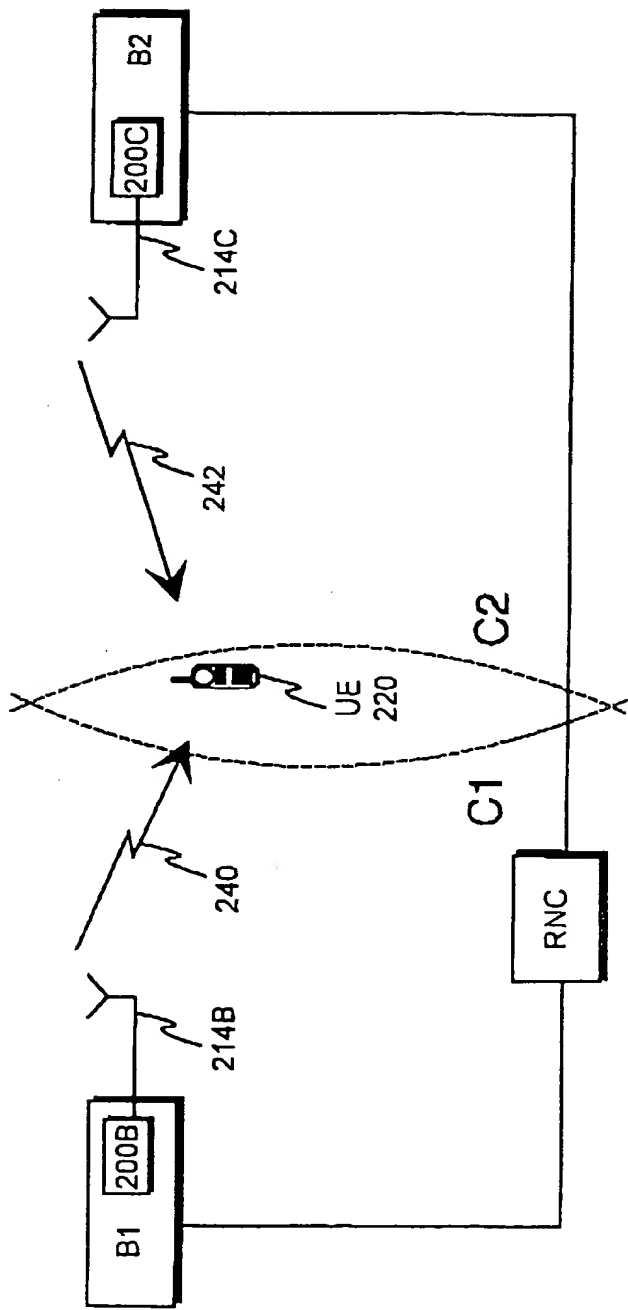


Fig 5

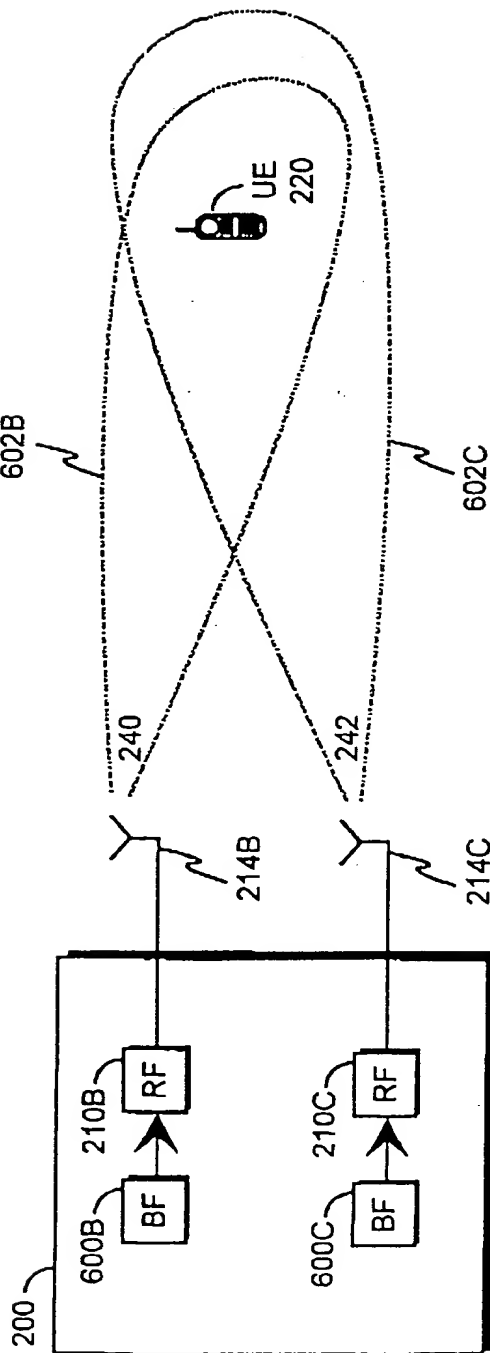


Fig 6